

# モーションコントロール技術習得のための授業構築(2)

制御技術科 藤谷 明倫  
生形 政樹

## 1 はじめに

一昨年度に実施した「企業ニーズ調査等に伴う制御技術科授業カリキュラム変更の卒業生・企業調査」において、ACサーボやインバータを用いたモーションコントロール技術の習得が数社から求められていることが分かった。しかし、現在の制御技術科のFAに関する授業で使用しているモータはDCモータのみで、ACサーボやインバータは用いていない。汎用インバータの需要は拡大しており、(一社)日本電気工業会の資料によると、2020年における75kW以下の市場規模は254万台で、2001年に比べ45%増となっている。同工業会による2020年度「モータ・インバータに関するユーザ調査」報告書によると、インバータの使用率が高い機械区分は「金属加工機械及び鋳造装置」、「印刷、製版機械等」となっている。使用目的としては、機械装置の運転速度を変える「可変速」が最も多いが、ファンやポンプで風量や流量を制御する際に、ダンパ制御ではなく電動機の回転数を変化させることによる「省エネ」を目的とする場合も多い。そのため、インバータによる制御は「SDGs」の観点からも今後非常に有効であると言える。

本研究ではインバータを用いた三相誘導電動機によるモーションコントロール技術を習得できる授業を構築するために、調査、教材作成、授業への導入、効果検証を行う。本研究は2年間の計画で、昨年度は、調査及び教材の試作を行った。本年度は、作成した教材を使用して、実際にインバータを用いた三相誘導電動機の実習を行い、習得状況、改善点等を報告する。

## 2 実習機材

インバータは、三菱電機製(RF-D710W-0.1K)を用いた。制御入力信号接点が5点あり、これを用いて外部信号で制御することができる。また、出力が3点あり、インバータの状況を外部に出力することができる。これらのインバータ入出力とPLCを接続することにより、様々な制御が可能となる。本インバータの電源は単相100Vであるが、電動機への出力は三相200Vとなっており、単相100V電源で三相200V仕様の電動機を使用することができ、実習場の制約もない。電動機はオリエンタルモータ製(2IK6A-SW2)を用いた。これは6Wと小型

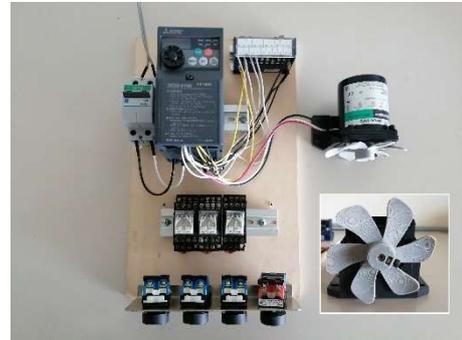


図1 実習機材

のもので、実習にちょうど良い大きさである。電動機の駆動軸先端に、3Dプリンタで製作したファンを設置し、実際にファンやポンプで使用されている状況をイメージできるようにした。実習機材を図1に示す。制御用に押し釦スイッチを4個設置した。3個はメーク接点、1個はメーク接点及びブレーク接点を持つスイッチを設置した。押し釦スイッチの接点とインバータの入出力端子を接続し、外部入力でインバータを制御することができるようになる。また、PLC等の外部機器を簡単に接続できるように、20極のコネクタ端子台を設置して、インバータの入出力端子を接続できるようにした。

## 3 実習内容及び配布資料

実習内容は、金属加工機械の制御設計を担当している卒業生の意見を参考に設定した。インバータのパラメータ設定、多段周波数切り替えに対応した回路とプログラムの設計、可変抵抗を用いた周波数の設定ができるように内容に盛り込んだ。最低限これができるれば、インバータのメーカーが変わったとしてもマニュアルを読んで理解し、制御設計が可能であると考えた。

全体の授業の流れとして、三相誘導電動機の原理についての講義から始めて、インバータ単体での電動機の制御、押し釦スイッチを利用した制御、最後に外部機器としてPLCを用い、インバータの入出力をPLCと接続するシステムでラダープログラムにより電動機を制御する内容とした。配布資料として、配線を各自書き込むことができる配線図と各項目の課題を掲載した冊子を作成し配布した。インバータの設定や使用方法については、メーカーマニュアルを抜粋したもの

のを配布して、マニュアルを読んで理解する力が付くようにした。

### 3.1 インバータ単体での電動機の制御

インバータに単相 100V 電源を供給し、出力に電動機を接続したシステムでの実習である。操作はすべてインバータのパラメータユニット (PU) 上で行う。電動機を回転させる際に最低限必要となる周波数と始動について学ぶ。

### 3.2 外部入力による電動機の制御

インバータの制御入力信号接点に押し釦スイッチを接続し、スイッチにより電動機の始動、停止、正転逆転、回転数の設定を行う。インバータの制御入力接点はパラメータ設定により機能を変更することができる。学生は、パラメーター一覧表を見て、パラメータを変更することにより各課題を実施する。また、可変抵抗を使用して抵抗値によるアナログでの周波数設定についての課題も実施する。ここまで習得できれば、最低限インバータの利用について習得できたと考える。

### 3.3 PLC入出力ユニットによる電動機の制御

PLC 実習機を用いて電動機を制御する。PLC 入出力ユニットの使用していない空き入出力端子を利用してインバータの入出力と接続する。インバータ側と同様に、コネクタ端子台を PLC 実習機側に設置してコネクタケーブルで PLC 実習機とインバータ実習機を接続できるようにする。インバータの制御入力接点 5 点を PLC 出力に接続することにより、多段周波数切り替えができるようになる。PLC 実習機にはサムロータリースイッチがついており、それを用いて周波数を多段に変更するプログラムを作成して電動機を制御できるようになる。PLC のタイマー機能等を利用して時間によって周波数を変更することもできるようになる。

## 4 実施状況

制御技術科における FA に関する授業は、表 1 に示す通りである。2 年 1Q に PLC を用いて DC モータを利用した 1 軸テーブルの制御や PLC の応用命令を学ぶ。2Q では前半 4 回で PLC を用いて数値を用いる制御プログラムについて学び、本研究における実習はその後半 4 回で実施する。学生は一通り PLC について学んでいるので、インバータを学んだ後に、PLC によるインバータと三相誘導電動機の制御まで可能となる。

## 5 習得状況及び今後の内容

本授業を履修した学生は 2 年生 12 名である。そのうち単位を修得した学生は 11 名であった。習得できな

表 1 制御技術科における FA 関連の授業

学年		内容	授業科目
1	2Q	リレーシーケンス	制御工学概論
	4Q	PLC (三菱電機 Fx シーズ)	自動制御
2	1Q	PLC (三菱電機 Fx シーズ)	シーケンス制御実習 I
	2Q	PLC (三菱電機 Q シーズ)	シーケンス制御実習 II

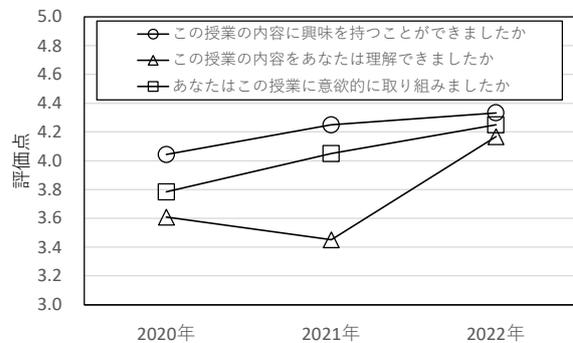


図 2 授業評価アンケート結果

った学生 1 名は、前半の PLC 単体での実習で理解があまり進んでいなかった。インバータ単体での電動機の制御と押し釦スイッチを用いた電動機の制御は全員が課題を実施でき、習得することができた。PLC を用いた制御は与えた 5 つの課題すべて実施できたのは 1 名のみであった。PLC の実習から夏休みを挟んで時間が経ってしまったこともあり、ラダープログラム作成に時間がかかってしまった。学生に対する授業評価アンケート (5 段階評価) 結果の推移を図 2 に示す。「興味」、「理解」等の項目について評価点が上昇した。

本授業内容について、授業実施後に再度卒業生に意見を聞くことができ、「とても実践に近い内容である」という評価を得ることができた。今回の実習内容で時間的にかなり難しいことを踏まえた上で、もし可能であれば、「オートチューニング機能について」、「セーフティストップについて(安全回路について)」、「アラーム発生時の処理について」の内容を盛り込んでも良いのではないかという意見を頂いた。今後の実習への参考にしたい。

## 6 おわりに

本研究を通して、産業界で多く使用され、企業から習得することが求められているインバータによる三相誘導電動機の制御を習得する授業を導入し、学生に習得させることができた。今後も、状況に応じて、実習内容や課題を変更しながら、企業から求められる学生の育成に努めていく。将来的には、AC サーボモータを使用したロボット制御も授業へ導入していきたい。